

CLIPPEDIMAGE= JP411292685A

PAT-NO: JP411292685A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11292685 A

TITLE: APPARATUS FOR EXTENDING LIFE OF GRAPHITE SUSCEPTOR
FOR GROWING SILICON
SINGLE CRYSTAL BY COATING WITH SILICON NITRIDE AND EXTENDING
METHOD

PUBN-DATE: October 26, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
WITAWATTO, WIJARANAKURA	N/A
GARY, RANDOLPH HYDE	N/A
MENGITSU, IEMANEEBERUHANE	N/A
AKIRA, UCHIKAWA	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SEH AMERICA INC	N/A

APPL-NO: JP10108537

APPL-DATE: April 3, 1998

INT-CL (IPC): C30B015/10;C30B029/06 ;H01L021/208

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an apparatus and process for extending the life of a graphite susceptor to be used in a lifting apparatus for silicon crystal by Czochralski (Cz) method.

SOLUTION: A barrier layer 40 for forming an oxygen diffusion barrier is formed between the outer surface of a quartz crucible 22 and the inner surface of a graphite susceptor 18 to decrease the surface corrosion of the graphite susceptor causing the breakage of the graphite susceptor and extend the life of

he graphite susceptor. Preferably, the barrier layer contains silicon nitride and is applied to the outer surface of the quartz crucible and/or the inner surface of the graphite susceptor.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 許出願公開番号

特開平11-292685

(43) 公開日 平成11年(1999)10月26日

(51) Int. Cl. ⁵	識別記号	F I
C 3 0 B 15/10		C 3 0 B 15/10
29/06	5 0 2	29/06
H 0 1 L 21/208		H 0 1 L 21/208
		5 0 2 B
		P

審査請求 未請求 請求項の数25 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-108537

(22) 出願日 平成10年(1998)4月3日

(71) 出願人 598006705

エスイーエイチ・アメリカ、インコーポレ
イテッド

アメリカ合衆国、98682-6776 ワシント
ン、ヴァンクーヴァー、エヌイー・アヴェ
ニュー 4111

(72) 発明者 ウィタワット・ウィジャラナクラ

アメリカ合衆国、98684 ワシントン、ヴァ
ンクーヴァー、サウス・イースト・ワン
ハンドレッドアンドフィフティナイン
ス・プレイス 1201

(74) 代理人 弁理士 奥山 尚男 (外3名)

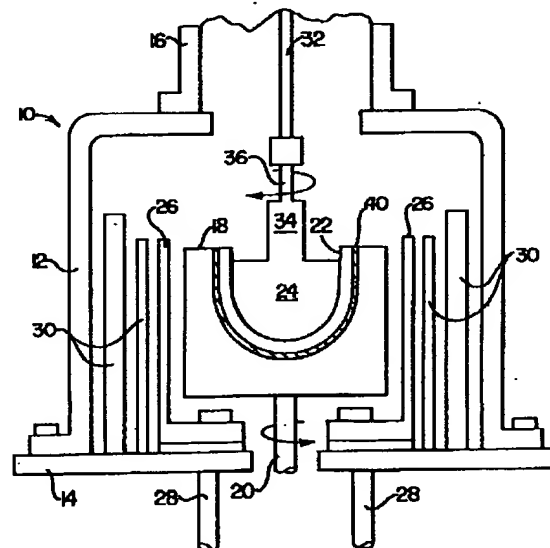
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 シリコンナイトライド被覆により単結晶シリコン成長用のグラファイトサセプタの寿命を延長するための装置および方法

(57) 【要約】

【課題】 チョクラルスキ (Cz) シリコン結晶の引き上げ装置において使用されるグラファイトサセプタの寿命を延長するための装置および方法を提供する。

【解決手段】 石英ルツボの外表面とグラファイトサセプタの内表面の間に酸素の拡散のバリアを形成しバリア層を設けることを含み、グラファイトサセプタの破壊故障を引き起こすグラファイトサセプタの表面侵食を減少させ、それによってグラファイトサセプタの寿命を延長するための装置および方法。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 単結晶の成長にグラファイトサセプタおよび石英ルツボを使用するチョクラルスキCzシリコン結晶引き上げ装置用の装置であって、

酸素の拡散のバリアである材料を含み、石英ルツボの外表面とグラファイトサセプタの内表面との間に設けられ、グラファイトサセプタの表面侵食を実質的に減少させ、グラファイトサセプタの寿命を延長するバリア層を有する装置。

【請求項2】 上記の材料がシリコンナイトライドを含む請求項1に記載の装置。

【請求項3】 上記の材料が石英ルツボの外表面に被覆されている請求項1に記載の装置。

【請求項4】 上記の材料がグラファイトサセプタの内表面に被覆されている請求項1に記載の装置。

【請求項5】 上記の材料が石英ルツボの外表面に部分的に被覆されている請求項1に記載の装置。

【請求項6】 上記の材料がグラファイトサセプタの内表面に部分的に被覆されている請求項1に記載の装置。

【請求項7】 単結晶の成長用にグラファイトサセプタおよびシリコン融液を入れた石英ルツボを使用するチョクラルスキCzシリコン結晶引き上げ装置用の装置であって、

酸素の拡散のバリアである材料を含み、石英ルツボの外表面に設けられ、グラファイトサセプタの表面侵食を実質的に減少させ、シリコン融液の加熱を改善するバリア層を有する装置。

【請求項8】 上記の材料がシリコンナイトライドを含む請求項7に記載の装置。

【請求項9】 上記の材料が石英ルツボの外表面に被覆されている請求項7に記載の装置

【請求項10】 上記の材料が石英ルツボの外表面に部分的に被覆されている請求項7に記載の装置

【請求項11】 単結晶の成長用にグラファイトサセプタおよびシリコン融液を入れた石英ルツボを使用するチョクラルスキCzシリコン結晶を引き上げる方法であって、(a)酸素の拡散のバリアである材料を準備し、かつ(b)グラファイトサセプタの侵食を実質的に減少させ、シリコン融液の加熱を改善する石英ルツボの外表面とグラファイトサセプタの内表面との間に、上記バリア材料を含有する層を設けるステップを含む方法。

【請求項12】 上記材料がシリコンナイトライドを含む請求項11に記載の方法。

【請求項13】 上記ステップ(b)が石英ルツボの外表面に上記バリア材料を被覆することを含む請求項11に記載の方法。

【請求項14】 上記ステップ(b)がグラファイトサセプタの内表面に上記バリア材料を被覆することを含む請求項11に記載の方法。

【請求項15】 上記ステップ(b)が石英ルツボの外

表面に上記バリア材料を被覆することを含む請求項11に記載の方法。

【請求項16】 上記ステップ(b)がグラファイトサセプタの内表面に上記バリア材料を部分的に被覆することを含む請求項11に記載の方法

【請求項17】 単結晶の成長用にグラファイトサセプタおよびシリコン融液を入れた石英ルツボを使用するチョクラルスキCzシリコン結晶を引き上げる方法であって、

(a)酸素の拡散のバリアである材料を準備し、かつ

(b)グラファイトサセプタの表面侵食を実質的に減少させ、シリコン融液の加熱を改善するために石英ルツボの外表面に上記バリア材料を含有する層を設けるステップを含む方法。

【請求項18】 上記材料がシリコンナイトライドを含む請求項17に記載の方法。

【請求項19】 上記ステップ(b)が石英ルツボの外表面に上記バリア材料を被覆することを含む請求項17に記載の方法。

【請求項20】 上記ステップ(b)が石英ルツボの外表面に上記バリア材料を部分的に被覆することを含む請求項17に記載の方法

【請求項21】 チョクラルスキCzシリコン結晶の引き上げ装置において使用されるグラファイトサセプタであって、酸素の拡散のバリアとなる材料を含む層からなるグラファイトサセプタ。

【請求項22】 上記材料がシリコンナイトライドを含む請求項21に記載の方法。

【請求項23】 上記バリア層がグラファイトサセプタの内表面に被覆されていることを含む請求項21に記載のグラファイトサセプタ。

【請求項24】 チョクラルスキCzシリコン結晶の引き上げ装置において使用される石英ルツボであって、酸素の拡散のバリアである材料を含む層からなり、上記バリア層が石英ルツボの内表面に被覆されている石英ルツボ。

【請求項25】 上記材料がシリコンナイトライドを含む請求項24に記載の石英ルツボ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】 全般的に本発明はシリコン結晶を製造する分野に関する。特に、チョクラルスキ(Cz)シリコン結晶引き上げ装置におけるグラファイトサセプタと石英ルツボの改良に関する。

【0002】

【従来の技術】 シリコン単結晶用のグラファイトサセプタの侵食は往々にしてグラファイトサセプタの破壊故障につながり、グラファイトサセプターの寿命を短縮する。しかしながら、これまでグラファイトサセプターの侵食を防止する有効な方法はなかった。石英ルツボを保

護層で被覆する方法および装置が1986年1月21日にPinkhasovに出された米国特許第4,565,711号に開示されている。これは二つの電極の間でシリコンを蒸発し、石英ルツボの内表面へのキャリアーガスとして窒素を使用することにより、石英ルツボの内表面にシリコンナイトライド(Si_3N_4)を均一に堆積する特定のテクニックと装置を開示したものである。内部被覆の目的はルツボとシリコン融液の間の相互作用を防止することである。シリコン加工において酸素および炭素に関連する離脱を制御する方法と装置が1983年8月23日にOwnbyらに出された米国特許第4,440,232号に開示されている。これは炉中のグラファイトの部品をすべてシリコンカーバイド(SiC)で被覆することを開示している。

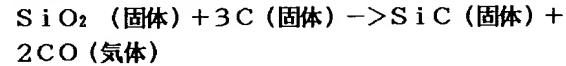
【0003】1982年10月26日にBerkmanらに出された米国特許第4,356,152号には改良したシリコン溶解ルツボが開示されている。溶解シリコンと直接接触するルツボ壁にライナーを設けることによりシリコン溶解ルツボを改良した。ライナーは両面にシリコンナイトライドまたはシリコンオキシナイトライドの層を設けたグラファイトシートでできている。ライナーの目的はルツボ壁の損傷を防止し、ルツボ壁からの不純物によるシリコン融液の汚染を減少させることである。石英ルツボの内表面にシリコンナイトライド(Si_3N_4)を被覆した単結晶シリコンシートを成長させるルツボと型の手段が1978年5月23日にBerkmanらに出された米国特許第4,090,851号に開示されている。汚染を減少させる目的でシリコン融液に直接接触する表面にシリコンナイトライド被覆が施される。しかしながら、上述の従来技術の参考文献にはシリコン結晶製造プロセスおよび装置に関連した種々の被覆技術および材料が一般的に開示されているものの、それらはいずれもグラファイトサセプタの表面の侵食を防止、あるいは実質的に減少させる目的で意図あるいは設計されたものでない。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】したがって、シリコンの成長中におけるグラファイトサセプタの表面の侵食を実質的に減少することができ、チョクラルスキ(Cz)シリコン結晶引き上げ装置において用いられるグラファイトサセプタの寿命を延長する装置および方法を提供することが望まれる。説明に用いられる本発明の好ましい実施の形態はチョクラルスキ(Cz)シリコン結晶引き上げ装置において用いられるグラファイトサセプタの寿命を延長する装置および方法を指向している。本発明の好ましい実施の形態の観点はグラファイトサセプタの内表面の侵食を実質的に減少し、それによってグラファイトサセプタの寿命を実質的に延長することである。本発明の好ましい実施の形態によれば、高温で石英ルツボと直接接触するグラファイトサセプタの内表面の侵食は結

晶成長中に石英ルツボ(SiO_2)からグラファイトサセプタへの酸素の拡散により引き起こされると考えられる。

【0005】石英ルツボとグラファイトサセプタの接触界面での固相反応は



であると考えられている。ここで、上記 SiO_2 固体は石英ルツボを、上記カーボン(C)固体はグラファイトサセプタを、上記シリコンカーバイド(SiC)固体はグラファイトサセプタの内表面の生成組成物を構成するものであり、上記ガス状一酸化炭素(CO)は蒸気生成物である。上記反応はカーボンを消耗し、グラファイトサセプタの侵食と破壊故障を引き起こす。したがって、本発明の目的はグラファイトサセプタ内表面の侵食を防止し、それによってグラファイトサセプタの破壊故障を実質的に減少させて、その有効な寿命を延長することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】この目的に到達するため、本発明の好ましい実施の形態によれば、石英ルツボの外表面とグラファイトサセプタの内表面との間に酸素の拡散に有効なバリア層を設け、高温の結晶成長の間の二酸化ケイ素(SiO_2)の石英ルツボとグラファイトサセプタからのカーボン(C)固体の直接接触を防止する。この構成は、グラファイトサセプタの内表面での一酸化炭素の生成とカーボンの消耗を防止し、もしこのようにしなければグラファイトサセプタの表面侵食に至る。結果として、この構成は、もしそうしなければ表面侵食から生ずるグラファイトサセプタの破壊故障を、実質的に減少させる。さらに、バリア層はまたルツボの熱を吸収する能力を改善する。

【0007】好ましい実施の形態には、チョクラルスキ(Cz)シリコン結晶引き上げ装置において用いられるグラファイトサセプタの寿命を延長するための装置、すなわち、石英ルツボの外表面とグラファイトサセプタの内表面の間に設けられ、それらの間の酸素拡散を防止するバリア層を含む装置が含まれる。さらに、他の好ましい実施の形態には、チョクラルスキ(Cz)シリコン結晶引き上げ装置において用いられるグラファイトサセプタの寿命を延長する方法が含まれる。この方法には石英ルツボの外表面とグラファイトサセプタの内表面の間にバリア層を設け、それらの間の酸素拡散を防止する方法が含まれる。本発明の好ましい実施の形態において、シリコンナイトライド(Si_3N_4)は酸素拡散に有効なバリアであるので、バリア層の材料として選択される。本発明の一つの好ましい実施の形態において、シリコンナイトライド(Si_3N_4)層が石英ルツボの外表面の被覆として設けられる。本発明のもう一つの好ましい実施の形態において、シリコンナイトライド(Si

3 N₄)層がグラファイトサセプタの内表面の被覆として設けられる。シリコンナイトライド(Si₃N₄)層は種々の手法とプロセス、例えばケミカルベーパーデポジション(CVD)によって形成することができる。

【0008】

【発明の実施の形態】上の説明を参照し、添付の図面を関連させれば上述および他の本発明の特徴とそれらを手するための方法はより明確になり、最も良く理解できるであろう。これらの図面は本発明の典型的な実施の形態のみを表すもので、範囲を限定するものでない。それらは特徴と詳細を付け加えるのに役立つ。添付の図面は本発明の好ましい実施の形態を特定し表示するが、それらを参照し、以下の詳細な説明を考慮すれば、本発明の更なる利益と利点は明白になるであろう。図1を参照すると、本発明を使用するチョクラルスキ(Cz)シリコン結晶製造装置すなわちCz結晶引き上げ装置10の説明図が図示されている。チョクラルスキ(Cz)シリコン結晶引き上げ装置10は、チョクラルスキ(Cz)シリコン結晶引き上げ装置10の下室を形成する基盤14の上に設置された周辺遮蔽12およびチョクラルスキ(Cz)シリコン結晶引き上げ装置10の上室を形成する周辺遮蔽12の上に設置された管状の遮蔽16を有する。

【0009】チョクラルスキ(Cz)シリコン結晶引き上げ装置10の中心にグラファイトサセプタ18が位置する。グラファイトサセプタ18は回転できるシャフト20に乗っている。グラファイトサセプタ18の内部には、シリコン融液24を入れた石英ルツボ22がある。典型的なチョクラルスキシリコン結晶引き上げ装置においては、石英ルツボ22の外表面がグラファイトサセプタ18の内表面と接触するように、石英ルツボ22の外部の輪郭は、グラファイトサセプタ18の内部の輪郭と類似である。しかしながら、石英ルツボ22の外部の輪郭は内部の輪郭と異なることもある。加熱器26はグラファイトサセプタ18と周辺遮蔽12の間に組み立てられる。加熱器26は基盤14の下部で手が届く電極28を持つ電熱ヒーターである。また、一つまたはそれ以上の熱遮蔽30が加熱器26と周辺遮蔽12の間に組み立てられる。種結晶をつくるための、長く延びた回転ケーブル32が管状の遮蔽16により形作られる上室から下方に延びている。シリコン結晶のインゴット34の種結晶とネック部が概略的に図1の36で示されている。シリコン融液24からシリコン結晶のインゴット34を引き上げる間、種結晶とネック部36は吊り下げケーブル32によって回転することができる。種結晶とネック部36を吊り下げケーブル32で回転する場合、グラファイトサセプタ18もシャフト20により反対方向に回転することができ、シリコン結晶のインゴット34の形成を促進する。

【0010】本発明の実施の形態の観点では、石英ルツボ

22とグラファイトサセプタ18の間のバリア層40を設けることにより、従来のチョクラルスキ(Cz)シリコン結晶引き上げ装置の改良をすることである。一つの好ましい実施の形態において、バリア層40は図2に示すように、石英ルツボ22の外表面44への被覆である。組み立て後、バリア層40を被覆した石英ルツボ22は図2に示すようにグラファイトサセプタ18の内表面46と接触する。もう一つの好ましい実施の形態において、バリア層40が図3に示すように、グラファイトサセプタ18の内表面46への被覆であることも可能である。組み立て後、バリア層40を被覆したグラファイトサセプタ18は石英ルツボ22の外表面44と接触する。いずれの配置においても、最終結果は実質的に同じであり、組み立て後、被覆バリア層40が石英ルツボ22の外表面44とグラファイトサセプタ18の内表面46の間に設けられる。

【0011】被覆層40は石英ルツボ22の外表面44とグラファイトサセプタ18の内表面46の間の酸素拡散と相互作用のバリアを提供する。以上に議論したように、従来のグラファイトサセプタの内表面の侵食は結晶成長中に石英ルツボとグラファイトサセプタが直接接触する時、石英ルツボ(SiO₂)からグラファイトサセプターへの酸素の拡散により引き起こされる。本発明の好ましい実施の形態におけるように、バリア層40により隔離されれば、石英ルツボ22とグラファイトサセプタ18の直接接触は起こらない。この配置によれば、高温の結晶成長時に従来のグラファイトサセプタで内表面からのカーボンのロスにより引き起こされる侵食は効果的に防止される。したがって、本発明の好ましい実施の形態によれば、さもないとグラファイトサセプタ18の表面の侵食から生ずる破壊故障を減少させ、グラファイトサセプタ18の寿命を実質的に延長する。

【0012】グラファイトサセプタ18の表面侵食を防止するのに、石英ルツボ22の全外表面44あるいはグラファイトサセプタ18の内表面46を被覆することは必ずしも必要でないことは理解されるべきである。特定の結晶引き上げ装置および石英ルツボの寸法に依って、石英ルツボ22あるいはグラファイトサセプタ18におけるシリコンナイトライドの堆積の位置および範囲は変わる。一般的に言えば、腐食が最も起きる個所に、シリコンナイトライドをより多く堆積する。この技術においてスキルを有する者であれば、過度の実験作業をすることなく、石英ルツボ22あるいはグラファイトサセプタ18へのシリコンナイトライドの堆積の位置および範囲を決めることは可能であるはずである。本発明の実施の形態において、被覆において使用される材料は、シリコンナイトライド(Si₃N₄)である。シリコンナイトライド(Si₃N₄)層は、ケミカルベーパーデポジション(CVD)または他の適切な被覆プロセスにより石英ルツボ22の外表面44とグラファイトサセプタ18

の内表面46に被覆される。

【0013】

【発明の効果】本発明の好ましい実施の形態における重要な利点は、グラファイトサセプタの寿命を実質的に延長することである。本発明の発明者の実験によれば、石英ルツボ22の外表面44とグラファイトサセプタ内表面の間のCVDシリコンナイトライド(Si_3N_4)層はグラファイトサセプタの破壊表面の侵食を減少させ、グラファイトサセプタの寿命を約250%延長した。加えて、石英ルツボへのシリコンナイトライドの被覆は、上記ルツボの熱を吸収する能力を改善する。石英ルツボは半透明で、シリコンナイトライドの被覆が熱を吸収するので、シリコン融液全体の加熱を改善する。勿論、研究の結果明白になったものであれ、また、機械的、化学的あるいは電子的な設計のルーチンの事項であれ、本発明の種々の面からの変形はこの技術においてスキルを有する者には明白である。特定の設計は特別の応用に依存し、他の実施の形態も可能である。このように、本発明の範囲はここで説明した特別な実施の形態に限定されるものでなく、添付の請求の範囲およびその均等物によってのみ規定されるべきである。本発明によるシステムは本質的な特徴を離脱することなく他の特定な形式で実施できる。説明した実施例はすべての点で単に記述するためのもので制限するためのものでないと考えられるべきである。したがって、本発明の範囲は前述の説明よりもむしろ添付の特許請求の範囲により示される。特許請求の範囲の均等物の意味および範囲内の変更はすべてそれらの範囲に包含される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態を使用した、チョクラルスキ(Cz)シリコン結晶引き上げ装置の配置を図示する説明図である。

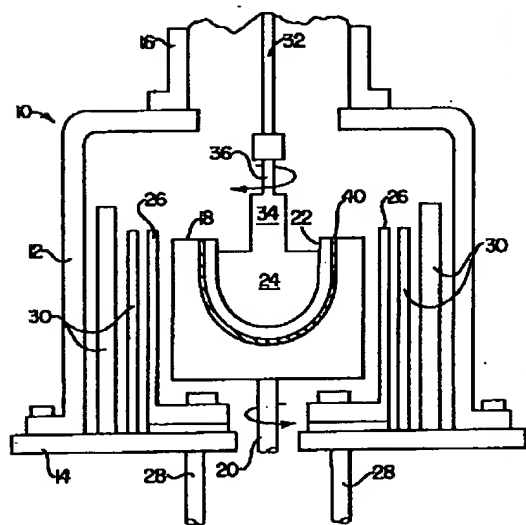
【図2】酸素の拡散を防止するバリア層が石英ルツボの外表面の被覆として設けられている、本発明の好ましい実施の形態を図示する説明図である。

【図3】酸素の拡散を防止するバリア層がグラファイトサセプタの内表面の被覆として設けられている、本発明の好ましい実施の形態を図示する説明図である。

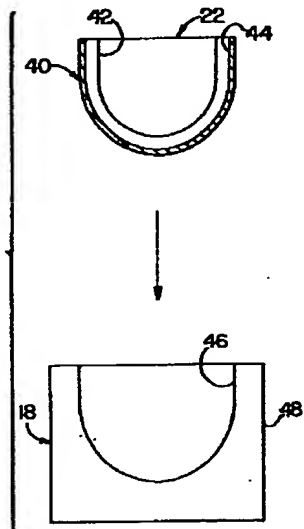
【符号の説明】

- 10 Cz結晶引き上げ装置
- 12 周辺遮蔽
- 14 基盤
- 16 遮蔽
- 18 グラファイトサセプタ
- 20 シャフト
- 22 石英ルツボ
- 24 シリコン融液
- 26 加熱器
- 28 電極
- 30 熱遮蔽
- 32 吊り下げケーブル
- 34 インゴット
- 36 ネック部
- 40 バリア層
- 44 外表面
- 46 内表面

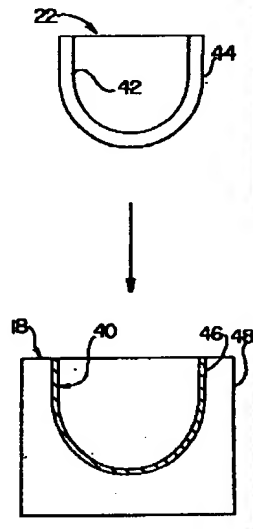
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 デイリー・ランドルフ・ハイド
アメリカ合衆国、98682 ワシントン、ヴァンクーヴァー、ノース・イースト・フィフティース・ストリート 14616

(72)発明者 メンギツ・イエマネ・ベルハネ
アメリカ合衆国、ワシントン、ヴァンクーヴァー、ノース・イースト・サード・アヴェニュー 15909

(72)発明者 アキラ・ウチカワ
アメリカ合衆国、98684 ワシントン、ヴァンクーヴァー、ノース・イースト・セヴンス・ストリート 1301、#ビー-6